TITRES

ET

TRAVAUX SCIENTIFIQUES

DU

Docteur Antoine GIROUD

MARCEL BRY
DESSINATEUR-IMPRIMEUR
SCEAUX
—
1928

LICENCIÉ ÈS SCIENCES

DOCTEUR EN MÉDECINE

(Prix de Thèse : Médaille d'argent).

AGRÉGEABLE (*Histologie-Embryologie*)

MEMBRE DE L'ASSOCIATION DES ANATOMISTES

MEMBRE DE L'ASSOCIATION FRANÇAISE POUR L'ÉTUDE DU CANCER

FONCTIONS UNIVERSITAIRES

Préparateur d'Histologie au Laboratoire de Physiologie générale de la Faculté des Sciences de Paris (1922-1923).

Préparateur d'Histologie à la Faculté de Médecine de Paris (1923-1928)

Chef de Laboratoire du Service urologique de l'Hôpital Cochin. (1922-1928)

ENSEIGNEMENT

Travaux pratiques d'histologie (1923-1928).

Travaux pratiques d'embryologie (1927).

Leçons d'histologie et d'histopathologie du Cours de perfectionnement d'Urologie, Hôpital Cochin (1927)

TRAVAUX SCIENTIFIQUES

Liste chronologique des publications

Observations sur la Cicatrisation épithéliale et musculaire
(Archives d'Anatomie microscopique, 1921).

A propos du Chondriome de la Cellule intestinale de l'Ascaris holoptera
(Comptes rendus de l'Association des Anatomistes, Paris, 1921).

Notes sur le tube digestif d'Ascaris holoptera
(Archives de Zoologie expérimentale et générale, 1922).

Sur le fonctionnement du Pancréas fœtal
(Journal de Physiologie et de Pathologie générale, 1922)

Un cas de Cristalloïde nucléaire
avec H. Bulliard
(Comptes rendus des séances de la Société de Biologie, 1923
Tome LXXXIX, page 1211).

Sur le nombre des fibres nerveuses périphériques en fonction de la grandeur du corps
avec L. Lapicque
(Comptes rendus, Société Biologie, 1923, Tome LXXXVI, page 43).

En fonction de la taille de l'animal, le nombre des neurones sensitifs varie moins que celui des neurones moteurs
avec L. Lapicque
(Société de Biologie, 1923, Tome LXXXIX, page 937).

Le chondriome peut-il être considéré comme une émulsion?
(Comptes rendus des Séances de la Société de Biologie, 1924,
Tome XC, page 938).

Signification des bâtonnets basaux de certaines cellules, en particulier des cellules intestinales d'Ascarides

(C. R. de l'Association des Anatomistes. Strasbourg, 1924).

Observations sur le systéme vacuolaire des tissus chordoides

avec GLEIZE RAMBAL

(Comptes rendus des séances de la Société de Biologie, 1925).

Réactions des substances albuminoïdes sur les Chondriosomes

(Comptes rendus des séances de la Société de Biologie, 1925).

Les Cellules lipoïdes et leur aspect surrénatien dans le Rein pathologique

avec M. CHEVASSU

(Bulletin de l'Association Française pour l'étude du Cancer, 1925).

Le chondriome. Recherches sur sa constitution chimique et physique

(Archives d'Anatomie microscopique 1925 et Thèse de Médecine, Paris 1925). — Prix de thèse (Médaille d'argent).

Observations microchimiques sur les Chondriosomes. Réaction des Substances protéiques

(Comptes rendus de l'Association des Anatomistes, Turin 1925).

Recherches sur le Protoplasma (Observations faites sur les cellules intestinales d'Ascarides).

(Thèse d'Agrégation 1926).

Les variations de position de l'Appareil de Golgi; leur interprétation

(Comptes rendus de l'Association des Anatomistes. Liége 1926).

Protoplasma et Glutathion

(Comptes rendus de la Société de Biologie. 1928).

Polarité cellulaire et appareil de Golgi

(Bulletin d'histologie, 1928). (Sous presse)

Structure physique des chondriosomes

(Comptes rendus Acad. des Sciences, 1928).

Glandes surrénales et Glutathion

avec L. Binet

(Comptes rendus de la Société de Biologie, 1928).

Glutathion et Kératinisation

avec H. Bulliard

(Comptes rendus de la Société de Biologie, 1928).

A l'heure présente, l'histologie modifie peu à peu ses primitives tendances morphologiques pour suivre les nouvelles données des sciences physico-chimiques dans l'étude des problèmes de la vie. L'histologie, science descriptive des formes, a donné presque tout ce qu'elle pouvait donner avec ses moyens actuels. Elle tend à devenir histophysiologique au sens le plus général de ce mot. C'est avant tout dans cette voie que je me suis engagé.

Mon but a été surtout l'étude de la structure physique et de la constitution chimique des éléments essentiels du protoplasma. J'ai montré que les chondriosomes étaient constitués de substances albuminoïdes unies aux substances lipidiques précédemment connues; j'en ai donné la preuve par toute une série de réactions microchimiques. J'ai dû emprunter à l'histologie zoologique des objets favorables afin que mes recherches pussent être faites avec toute la sécurité désirable; cependant je n'ai point perdu de vue la nécessité de la généralisation des faits et de leur application à l'histologie humaine, aussi ai-je étendu ces observations à d'autres objets tels que les chondriosomes des tubes rénaux par exemple.

Etudiant la structure physique des chondriosomes, ce qui m'a obligé à me mettre au courant des techniques purement physiques et à chercher les moyens de les appliquer à la micrographie, j'ai montré que les formes filamenteuses du chondriome ne pouvaient se comprendre que par l'existence de liaisons définies intermoléculaires. Mes recherches prouvent qu'il ne doit pas s'agir de structure comparable à celle des formes myéliniques, mais de structure semicristalline analogue à celle des gels fibrillaires.

J'ai fait une série de recherches sur les relations du protoplasma et du glutathion auquel sont dues ses propriétés oxydo-

réductrices. La glutathion est généralement fixé sur le chondriome, mais il n'y a pas de rapport quantitatif entre les deux.

D'autre part mes observations m'ont conduit à admettre que le glutathion était la source des substances sulfurées fixes des matières cornées et que par suite son importance était capitale dans tous processus de kératinisation.

Je me suis attaché aussi à l'étude de l'équilibre interne des cellules et à l'examen des causes de leur polarité, cherchant s'il y avait une relation entre la polarité morphologique déterminée en particulier par la position de l'appareil de Golgi et le sens du fonctionnement cellulaire.

Les travaux actuels tendent à établir de plus en plus la communauté des phénomènes fondamentaux de la vie du règne animal et du règne végétal. Pénétré que cette notion devait également s'étendre aux faits de la cytologie générale, j'ai étudié comparativement des éléments végétaux et certaines cellules animales comme les cellules chordoïdes, j'ai mis en évidence leur constitution identique relativement surtout à leur appareil vacuolaire.

Mon attention a été aussi retenue par les variations que présentent les différenciations apicales des cellules épithéliales; j'ai mis en évidence leur généralité, et grâce à leur étude comparative j'ai pu donner ainsi l'interprétation de certaines formes cellulaires autrement inexplicables.

Dans une série de travaux d'ordre purement histophysiologique j'ai cherché à déterminer le moment de l'apparition des ferments du pancréas ainsi que le début de son activité secrétoire et d'autre part en collaboration avec L. Lapicque j'ai mis en évidence les variations relatives de l'innervation périphérique en fonction de la taille des animaux. Enfin dans d'autres travaux histologiques appliqués cette fois à la pathologie, j'ai étudié les processus de régénération et de cicatrisation ainsi que la question des lipophages.

RECHERCHES SUR LA CONSTITUTION CHIMIQUE ET PHYSIQUE DU CHONDRIOME

Mes principales recherches ont porté sur le protoplasme et essentiellement sur un de ses constituants essentiels, le chondriome. Laissant un peu de côté le protoplasma hyalin ou protoplasma sensu stricto, mon attention a été attirée tout particulièrement sur les chondriosomes. Dans divers travaux (thèse de médecine, thèse d'agrégation, notes diverses), j'ai étudié à la fois leur constitution chimique et leur structure physique. J'ai eu l'occasion (thèse de médecine) de faire une mise au point de ces questions. C'est ainsi que j'ai montré ce que l'on devait aux colorations vitales, à l'étude de l'action de l'acide acétique, du peroxyde d'osmium; quelles déductions on pouvait tirer de l'examen des méthodes de fixations et de colorations mitochondriales, ainsi que des résultats des méthodes détectrices des substances grasses. Au point de vue de leur structure physique, j'ai exposé à côté des notions fournies par la morphologie, les données expérimentales acquises sur leurs diverses propriétés telles que leur cohésion, leur gonflement et leur vésiculisation, enfin leur thermolabilité. J'ai contrôlé et vérifié la plupart de ces observations.

RECHERCHES SUR LA CONSTITUTION CHIMIQUE DES CHONDRIOSOMES

(C. R. Assoc. des Anatomistes 1925, C. R. Soc. Biol. 1925, These de médecine 1925, Thèse d'agrégation 1926).

Classiquement on admet que les chondriosomes sont des com-

plexes protido-lipidiques, mais seule la seconde partie du complexe avait été réellement démontrée. Mes recherches ont surtout porté sur la première partie du complexe ou constituant protidique, néanmoins j'ai fait également certaines observations sur les lipides mitochondriaux. On sait que par la méthode de Ciaccio (fixation par le bichromate et coloration par le Soudan), l'on observe une coloration assez intense du chondriome. J'ai montré qu'avec cette technique, les bactéries se différenciaient bien des chondriosomes, tandis qu'il n'en est pas toujours de même avec les colorations mitochondriales proprement dites. Ces observations difficultueuses ont conduit à la théorie de mitochondries microbes. D'après la réaction de Ciaccio, les bactéries sont nettement différentes, elles sont moins riches en lipides car elles se colorent beaucoup moins.

Outre les variantes connues de cette méthode j'en ai utilisé deux autres : l'une avec la chlorophylle, et l'autre avec le carotène, colorant physiologique des corps gras. En pratique ces méthodes sont d'un maniement difficile et ne peuvent être couramment utilisées, mais au point de vue théorique elles viennent apporter une confirmation aux données des méthodes primitives de Ciaccio, ces réactions se superposant toutes.

Constitution protidique des chondriosomes

C'est avant tout sur la démonstration du constituant protidique des chondriosomes que j'ai insisté dans mes recherches. Regaud, puis Fauré-Frémiet avaient admis son existence en se basant sur le fait qu'après des fixations n'insolubilisant pas les lipides les chondriosomes n'étaient pas complètement détruits. Cette persistance d'un reste chondriosomial après de simples fixations au Bouin, au Tellyesnicki, au formol, à l'alcool est assez connue, tant en cytologie animale qu'en cytologie végétale. J'ai moi-même observé la fixation du chondriome de l'intestin de nombreux Nématodes par le formol (Ascaris holoptera, Heterakis vesicularis) et celui des spermatozoïdes d'Ascaris megalocephala par l'alcool. A. Meyer

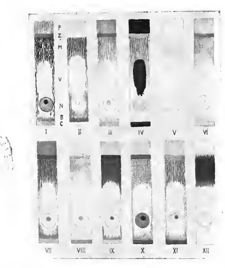
considère la mitochondrie comme une enclave albuminoïde : une allinante, mais il n'a guère pu obtenir que la réaction à l'acide picrique et à l'iode. Cette dernière s'obtient facilement comme je l'ai vu moi-même, mais elle caractérise plutôt les lécithines. Cowdry admet la nature partiellement protidique de la mitochondrie, mais il n'a pu obtenir avec certitude la réaction de Millon.

J'ai effectué toute une série de recherches sur les chondriocontes de la cellules intestinale d'Ascaris fixés à l'alcool méthylique. J'ai choisi cet objet parce que son chondriome abondant est constitué d'éléments d'assez grandes dimensions, mais surtout parce qu'il forme en un point localisé de la cellule une masse importante et parce qu'il est situé dans un protoplasma moins dense que lui, ne pouvant par suite masquer ses réactions.

J'ai fait deux ordres de réactions, des réactions d'adsorption et des réactions chimiques proprement dites. Les premières consistent en une imprégnation des substances albuminoïdes par un corps comme le tanin (méthode de Derrien et Turchini) ou le ferrocyanure de K, suivie d'une mise en évidence de ces dernières par une méthode appropriée : formation d'encre dans le premier cas, d'un sel de fer dans le deuxième. J'ai obtenu ces deux réactions sur les chondriocontes, c'est donc qu'ils avaient retenu le tanin et le ferrocyanure de K. Ces épreuves tout en étant instructives sont moins démonstratives que les réactions chimiques proprement dites. Ces dernières mettent en évidence chacune un groupement particulier ou un acide aminé déterminé, et de leur réunion on peut inférer à la nature albuminoïde de la substance étudiée.

Un certain nombre de réactions bien qu'assez énergiques peuvent être maniées avec assez de douceur pour donner des résultats très précis. C'est ainsi qu'avec l'acide azotique à froid, j'ai obtenu la coloration jaune canari des chondriocontes (réaction Xanthoprotéique due à la tyrosine) et qu'avec le nitrate mercurique nitreux à chaud, j'ai obtenu de même une coloration rouge brique des chondriocontes bien conservés (réaction de Millon due à la tyrosine).

Avec la quinone, les chondriocontes donnent une réaction brune· avec la ninhydrine (réactif des acides α-aminés et des polypeptides) on obtient généralement une coloration violette en masse de la partie apicale de la cellule due à la coalescence des chondriocontes, mais dans certains cas on peut voir les chondriocontes isolés et net-



Réactions des substances protéiques sur le chondriome M. des cellules intestinales d'Ascaris canis. I. — Coloration à l'hematoxyline. II. — Coloration au Soudan. III. — Fixation du ferrocyanure de K. IV. — Fixation du tanin. V. — R. de Piotrowsky : rose. VI. — Alloxane : rouge. VII. — Millon : brun rouge. VIII. — R. Xanthoprotéique : jaune canari. IX. — Nynhydrine : violet. X. — R. Axenfeld : rose puis violet. XI. — Quinone : brun. XII. — R. Seegen : rouge.

tement violacés. Avec l'acide orthophosphorique à chaud on observe une coloration rougeâtre du chondriome qui peut ne pas être trop altéré.

Avec les autres réactifs utilisés, les chondriosomes ne persis

tent pas toujours, ils se fusionnent souvent entre eux et forment avec le protoplasma un bloc plus ou moins homogène. Avec de tels réactifs (Axenfeld, alloxane) j'ai donc coloré un amas apical se superposant entièrement avec l'amas mitochondrial. J'ai encore obtenu les réactions de Seegen, de Piotrowsky et d'Adamkiewicz (tryptophane). Je n'ai pu conserver ces dernières préparations, mais j'ai pu constater leur localisation parfaite sur l'amas mitochondrial.

Dans les cas où les chondriocontes sont individuellement colorés il est évident que ces réactions prouvent qu'ils renferment bien un constituant protéique.



Réaction à la nynhydrine. Extrémité supérieure de cellules intestinales d'Ascaris canis fixées à l'alcool. On voit en deux points les chondriocontes dissociés et colorés en violet. Ailleurs, ils se sont plus ou moins fondus en une masse homogène. B, brosse; M, amas mitochondrial apical; V, vacuole.

Les réactions en masses doivent également être considérées comme démonstratives. Il suffit de se rappeler que le protoplasma est relativement en très petite proportion et que sa densité est

trop faible pour lui permettre d'intervenir dans les réactions. Les chondriosomes étudiés sont donc bien constitués en partie par des protides. D'après l'ensemble des réactions on peut même admettre que ces derniers sont vraisemblablement riches en acides aminés aromatiques et pauvres en acides aminés tels que le glycocolle.

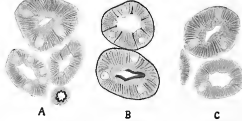
On pourrait objecter que ces réactions sont dues à des substances albuminoïdes accumulées au niveau des chondriosomes mais ne faisant point partie intégrante de leur constitution, comme le fait est connu pour la cellule hépatique par exemple. La fixation de protides étrangères peut se produire il est vrai, bien qu'exceptionnellement dans l'intestin des Ascarides où je l'ai moi-même observé, mais mes



Cellule intestinale de Belascaris cati, formation de plastes aux dépens des chondriosomes.

observations n'ont porté ni sur des chondriomes ainsi modifiés, ni même en voie de transformation, elles ont uniquement été effectuées sur des chondriocontes banaux et entièrement comparables entre eux non seulement dans la même cellule mais dans toutes les cellules de

tous les intestins qui ont servi à cette étude. D'autre part ce ne sont pas des chondriocontes d'une nature exceptionnelle. Ils sont tout à fait comparables à tous les chondriosomes dont ils ont les caractères essentiels (colorabilité, thermolabilité, vésiculisation) et dont ils ne diffèrent que par une résistance un peu plus grande. Ce caractère ne leur est d'ailleurs pas particulier, il appartient également à un grand nombre d'autres chondriosomes. De plus entre ces formes peu résistantes et les formes fragiles il y a tous les intermédiaires. Il semble donc que l'on puisse étendre les conclusions précédentes à tous les chondriosomes dont ils ne peuvent vraiment pas être séparés.



Réaction des substances protéiques sur le chondriome de cellules rénales (tube à bordure en brosse et tube à bâtonnets). A, réaction de Millon; B, réaction de fixation du tanin; C, réaction à la quinone.

D'ailleurs j'ai poursuivi mes recherches sur des objets différents. Je me suis adressé au chondriome d'autres Nématodes comme l'Ascaris megalocephala, constitué d'éléments très fins et relativement assez fragile, ainsi qu'à celui des cellules rénales (tubes à bordure en brosse et tubes à bâtonnets du rein de mammifère).

Tous ces chondriosomes et en particulier ces derniers m'ont donné les réactions des substances protéiques (fixation du tanin, réaction à la quinone, réaction de Millon) d'une façon manifeste. On peut donc, je crois, admettre d'une manière générale que les chondriosomes sont bien partiellement constitués par des protides.

Chondriome et glutathion

(C. R. Soc. de Biologie, 1928).

J'ai fait un certain nombre de recherches sur le glutathion et ses rapports possibles avec le chondriome.

Le glutathion est comme on le sait un catalyseur d'oxydation et serait par suite en rapport étroit avec les processus vitaux fondamentaux. Un grand nombre de faits montre qu'il est lié d'une façon intime au protoplasma. Les substances extracellulaires ou fondamentales en sont dépourvues. C'est un fait connu pour la substance conjonctive. J'ai vérifié ce point et constaté qu'il en était de même pour les substances de même valeur, telle que la substance osseuse, cartilagineuse, l'humeur vitrée. Pour Joyet-Lavergne il serait localisé au chondriome. D'après mes observations personnelles, il pourrait bien en être ainsi. Dans l'intestin de l'Ascaris canis, la réaction au nitroprussiate qui le décèle, correspond manifestement à l'amas apical des chondriosomes.

Cependant je crois qu'il n'y a point de liaison quantitative entre le chondriome et le glutathion. J'ai fait colorimétriquement une série de recherches à ce sujet. J'ai constaté que l'abondance du dipeptide n'est pas proportionnelle à celle du chondriome. C'est ainsi que dans les cellules végétales adultes, le glutathion est beaucoup plus abondant que dans un méristème cependant bien plus riche en chondriome. Le muscle assez bien pourvu en mitochondries est relativement pauvre en glutathion. Le thymus dont les éléments sont plutôt pauvres en chondriosomes m'a paru renfermer plus de glutathion réduit que le rein dont les éléments ont un chondriome abondamment développé.

Dans les couches épidermiques, glutathion et chondriome semblent varier inversement. Le maximum de glutathion se trouve au niveau de la couche granuleuse où le chondriome disparaît. Il est vraisemblable qu'à partir de ce point il va donner naissance aux groupements sulfurés fixes de la kératine.

Le cristallin dont les fibres n'ont comme l'a vu Busacca que quelques rares chondriocontes est très riche en glutathion. Il semble que l'on puisse conclure de ces faits à l'absence de parallélisme quantitatif entre le glutathion et le chondriome.

RECHERCHES SUR LA CONSTITUTION PHYSIQUE DU CHONDRIOME

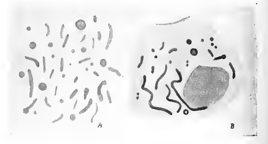
(C. R. Soc. de Biologie 1924. Thèse de médecine 1925.
C. R. S. Académie des Sciences 1928).

Une partie de mes recherches a porté sur les caractères physiques des chondriosomes et tout particulièrement sur leur structure; l'explication de leur morphologie, c'est-à-dire de leurs formes si caractéristiques en a été le but.

Avant d'exposer les résultats obtenus dans cette voie, je vais signaler plusieurs observations que j'ai faites sur leur cohésion et sur leur thermolabilité. La cohésion de la substance chondriosomiale, c'est-à-dire leur consistance n'est pas invariable, généralement elle est semi-liquide ou pâteuse, mais dans quelques cas elle devient rigide. J'en ai fait l'observation sur une cellule d'Ascaris canis où le chondriome avait été mis à nu. Les éléments du chondriome perdent par chauffage leur affinité pour les colorants mitochondriaux : Policard qui le premier a signalé ce phénomène, le considère comme dû à une fusion des lipides. D'après mes observations, il se produit surtout des modifications de la colorabilité cellulaire. Le noyau ne s'invertit plus. Les chondriocontes sont incolorables par les techniques mitochondriales mais retiennent le Soudan ou le Scarlach : ils sont donc encore riches en lipides. Il s'est néanmoins produit une dissociation des complexes protido-lipidiques car on voit alors apparaître de fines gouttelettes de lipides. Il s'est produit artificiellement une lipophanérose comme il s'en produit assez fréquemment en pathologie cellulaire.

Structure physique des chondriosomes

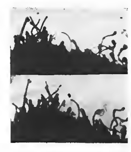
La morphologie des chondriosomes réclame une interprétation. On sait que ceux-ci se présentent soit comme de petites sphères (mitochondries), soit comme de fins filaments cylindriques (chondriocontes). La forme sphérique ne nécessite pas d'explication complexe, la simple attraction intermoléculaire et les phénomènes de tension superficielle y suffisent. Il n'en est pas de même pour une forme filamenteuse, surtout si l'on songe à la consistance relativement fluide de beaucoup de chondriosomes. Les cylindres liquides isotropes, dont les molécules n'ont pas entre elles de liaisons définies sont complètement instables. J'ai reproduit certains de ces cylindres. Leur instabilité ou leur irrégularité (par exemple filaments obtenus par destruction d'une structure mousseuse selon la méthode de Clowes) ne permet pas d'assimilation avec la forme chondriosomiale.



Chondriosomes et filaments myéliniques

Il n'est pas davantage possible comme le montre l'analyse des différents cas, d'expliquer les formes filamenteuses par le jeu des forces extérieures. Les chondriocontes ne peuvent pas être considérés comme la matérialisation de lignes de forces; ils ne doivent leur forme qu'à leurs propriétés intrinsèques.

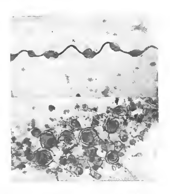
J'ai pensé indépendamment de Lowsehin, bien qu'après lui, que cette morphologie pouvait s'expliquer par une strueture régulière eomme celle des formes myéliniques. De fait il y a de très grandes ressemblances au point de vue aspect. Les formes myéliniques se présentent le plus souvent comme des filaments régulièrement lisses, onduleux, déformables, de consistance liquide. Ils peuvent s'aceroître, s'allonger et se diviser. Il y a là une communauté de caractères assez impressionnante.



Filaments myéliniques, coloration par le peroxyde d'osmium.

Le filament myélinique a une structure régulière, voisine de la structure cristalline. Il est constitué par des feuillets moléculaires enroulés régulièrement autour d'un axe et formant une série de couches emboitées les unes dans les autres à intervalles réguliers. Dans chaque feuillet les moléeules sont orientés perpendiculairement à l'axe et par suite à la surface du feuillet. Ces formations sont anisotropes, l'axe optique étant normal à la surface de chaque feuillet. Cette structure peut être mise en évidence sans difficulté. Normalement l'éeorce du cylindre paraît homogène, mais assez facilement les feuillets élémentaires peuvent se séparer les uns des autres par groupes plus ou moins grands et l'on assiste ainsi à un feuilletage révélateur de la structure. C'est ce phénomène qui se

produit très nettement dans les gaines de myéline des nerfs. Dans les chondriosomes on ne l'observe pas. Il y a donc lieu de douter de leur structure myélinique. D'ailleurs d'autres phénomènes (caractères optiques, gonflement et vésiculisation) ne paraissent pas en accord avec cette hypothèse. Par contre il semble qu'elle se trouve réalisée au niveau du protoplasma dans d'autres cas. C'est ainsi que



Feuilletage de formes myéliniques, fixation au bichromate, coloration de Smith-Dietrich. On voit combien les roses de la photographie inférieure sont comparables avec les parasomes de la figure suivante.

les parasomes ou nebenkerne, qui se résolvent en feuillets de plus en plus fins, seraient dus à la disposition lamellaire des molécules.

L'hypothèse la plus vraisemblable semble celle-ci : les chondriosomes auraient une constitution physique analogue à celle des gels organiques structurés tels que les fibres collagènes et élastiques, la fibrine et les tonofibrilles.

Avec la lumière polarisée et les rayons X on a démontré la constitution régulière, la structure semi-cristalline de ces substances. Ce sont ces méthodes que j'ai appliquées à l'étude des chondriosomes. Je me suis encore adressé pour ces recherches à l'intestin

de l'Ascaris canis, car l'accumulation de chondriocontes en une zone localisée en font un objet de choix. Examinés sous forte épaisseur en lumière polarisée, les nicols croisés, les chondriocontes



E

Parasomes dans les cellules glandulaires de l'estomac d'Alytes. Dissociation lamellaire.

s'éclairent : ils sont donc biréfringents. S'agit-il d'anisotropie molé culaire, de dépolarisation ou d'une résultante de ces deux phénomènes? Je me suis demandé si la disposition en filaments parallèles formant un système hétérogène dont les éléments sont de l'ordre de grandeur de la longueur d'onde de la lumière ne pouvait pas déterminer ces phénomènes de biréfringence. Mes observations m'ont montré qu'il n'en était rien, car on ne constate pratiquement

pas de modification de la biréfringence en faisant varier l'indice de réfraction du système. Il ne s'agit donc pas de dépolarisation.



Biréfringence des chondriosomes en lumière polarisée. Au centre, dans les cellules intestinales d'Ascaris canis, on voit la zone des chondriocontes qui s'éclaire.

L'emploi des lames teinte sensible confirme l'anisotropie réelle du système, et montre que les chondriosomes sont uniaxes positifs. Il y a donc lieu de conclure de leur anisotropie à la disposition régulière des molécules constitutives.

Glutathion et Kératine

(C. R. de la Société Biologie 1928).

Outre ses fonctions de catalyseur d'oxydation démontrées par l'expérience in vitro et confirmées par l'étude de sa répartition, le glutathion, dipeptide de l'acide glutamique et de la cystéine (renfermant un groupe sulfhydrile), joue aussi un rôle comme matériel d'élaboration cellulaire. D'après mes recherches, il semble être l'origine des groupements sulfurés de la kératine.

Le glutathion se trouve en effet en très grande quantité dans l'épiderme, il y semble bien plus abondant que dans le foie, par

exemple. Il existe en grande quantité dans le corps muqueux de Malpighi. Il disparaît en même temps qu'apparaît la kératine qui, comme on le sait, est très riche en groupements sulfurés.

Il est d'autant plus abondant dans les éléments cellulaires que ceux-ci sont plus près de subir la transformation cornée (stade granuleux ou à kératohyaline). Il y a donc une accumulation de glutathion précédant la kératinisation.

La disparition du glutathion s'effectue en même temps qu'apparaît la substance cornée et de la même façon. Au niveau du revêtement cutané où la kératinisation se produit d'un seul coup, le glutathion disparaît de même. Au niveau des phanères comme les poils où la kératinisation s'effectue progressivement, le glutathion, qui était en très grande abondance, diminue lui aussi peu à peu au fur et à mesure que se développe la substance cornée.

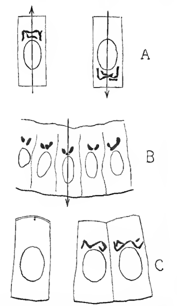
Ces faits montrent que le glutathion de par sa constitution semble bien être la substance matricielle dont dérivent les groupements sulfurés de la kératine. Son rôle est donc de toute première importance dans les processus de kératinisation.

Polarisation cellulaire et appareil de Golgi

(C. R. de l'Assoc. des Anatomistes 1926. Bulletin d'histologie 1928).

Dans les éléments polarisés, l'appareil de Golgi est situé sur l'axe cellulaire, au pôle apical. En général, ce dernier étant aussi le pôle excréteur, on a pu supposer que l'appareil de Golgi correspondait au pôle excréteur, qu'il en était un élément caractéristique. On a pu espérer reconnaître à ce signe le pôle excréteur des cellules, chez lesquelles les autres caractères cytologiques ne permettent guère de le distinguer facilement. D'après Cowdry, l'appareil de Golgi normalement apical dans la thyroïde pourrait devenir basal, ce fait serait le signe révélateur de l'inversion fonctionnelle

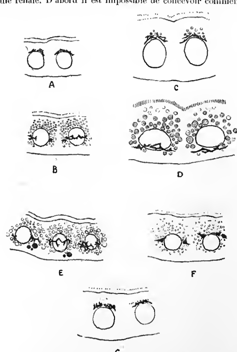
de la cellule thyroïdienne. L'élément cellulaire qui, dans le premier cas, excréterait son produit d'élaboration dans la cavité vésiculaire, le déverserait dans le second cas directement dans le tissu conjonctif et dans les vaisseaux. Il y aurait donc inversion fonctionnelle, le pôle absorbant devenant excréteur. Divers faits du même ordre ont été signalés. L'hypothèse de l'appareil de Golgi correspondant au pôle excréteur s'accorde peu par exemple avec la disposition réalisée dans la cellule intestinale. Il en est de même pour la cellule choriale ainsi que je l'ai observé. Dans ces deux cas, l'appareil de Golgi est



A. — Schema de la theorie de l'inversion, l'appareil de Golgi indiquant le pôle excreteur. B. — Cellules choriales (placenta du porc). Appareil de Golgi au pôle apical bien que ce soit aussi le pôle absorbant. C. — Cellules des tubes excreteurs du rein (lapin) : dissociation du centrosome et de l'appareil de Golgi.

apical contrairement à ce que cette théorie ferait prévoir, le pôle basal fonctionnant comme pôle excréteur.

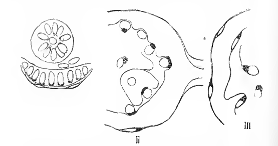
Dans le rein, l'appareil de Golgi va quelquefois d'un pôle de la cellule à l'autre, mais on ne peut admettre que ces changements correspondent à des variations de sens du fonctionnement de la cellule rénale. D'abord il est impossible de concevoir comment un



Position de l'appareil de Golgi dans les cellules rénales. Le déplacement vers le pôle basal paraît un refoulement dû à l'accumulation des granulations dans le cytoplasme. A et B, tubes contournés de grenouilles; C et D, triton; E, fœtus de rat; F, hérisson hibernant; G, souris adulte.

même segment du tube urinaire (défini par l'ensemble de ses caractères morphologiques et topographiques) pourrait fonctionner d'une façon chez un animal et d'une manière toute opposée chez un autre animal d'un groupe très voisin, dont le rein a essentiellement la même constitution. D'autre part, on ne voit pas comment interpréter des cas comme celui du rein de la grenouille où l'appareil de Golgi est équatorial et où l'on ne peut par suite reconnaître ni pôle absorbant, ni pôle excréteur.

D'après nos observations, la position de l'appareil de Golgi dans le tube rénal est toujours normalement apicale. Elle est sans rapport nécessaire avec le centrosome comme cela se voit sur les tubes excréteurs, où ce dernier est superficiel et l'appareil de Golgi bien au-dessous. Quand l'appareil de Golgi descend plus ou moins vers l'extrémité inférieure de la cellule et devient équatorial ou



Variations de position de l'appareil de Golgi aux diverses phases de l'évolution du glomérule. Influence des phénomènes mécaniques de tension. I. — Stade de la coquille. II. — Glomérule fœtal. III. — Glomérule adulte.

basal, c'est sous l'action de phénomènes mécaniques, en particulier de l'accumulation d'enclaves ou d'autres formations à la partie supérieure de la cellule. Les phénomènes de tension également manifestent nettement leur action sur la situation de l'appareil de Golgi lors du développement glomérulaire. Quand au début les cel-

lules du feuillet viscéral du glomérule sont toutes hautes, l'appareil de Golgi est apical; quand elles sont devenues cubiques, il peut être apical, latéral, basal même; quand elles sont aplaties, il reste latéral. Les variations de position signalées dans d'autres organes, en particulier dans l'estomac, ressortent de causes mécaniques analogues.

Pas plus que le centrosome, l'appareil de Golgi ne semble permettre à lui seul de distinguer le pôle excréteur, ni de reconnaître le sens des processus physiologiques dont la cellule est le siège.

Differenciations apicales; interprétation du calice muqueux des cellules gastriques

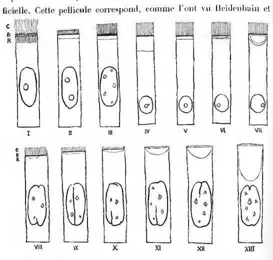
(Thèse d'agrégation 1926).

Le pôle apical des cellules épithéliales présente très souvent des différenciations; toutes peuvent être considérées ainsi que Prenant l'a montré, comme des dérivés de bordures ciliées dont elles sont l'équivalent morphologique et dont elles possèdent les trois parties constitutives : bâtonnets ciliaires, corpuscules basaux, racines.

Dans l'intestin des Nématodes, on constate des variations assez intéressantes de ces différenciations, c'est ainsi qu'on peut observer des bordures en brosse avec bâtonnets disposés sur plusieurs couches stratifiées et des zones homogènes correpondant à la couche radiculaire d'un développement plus ou moins grand, à l'intérieur desquelles (Ascaris holoptera tout particulièrement) peuvent se trouver des corps lenticulaires qui leur donnent un aspect plus ou moins cupuliforme.

Les cellules intestinales de certains Vertébrés (Sélaciens) présenteraient quelquefois des structures analogues. Dans le système excréteur des Sauropsidés, on observe au pôle apical une cupule

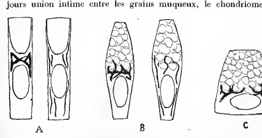
muqueuse plus ou moins développée. Mais le type cellulaire où cette variation de l'appareil apical est la plus développée, est représenté par la cellule du revêtement gastrique. Celle-ci possède à sa partie supérieure une cupule muqueuse limitée par une pellicule superficielle. Cette pellicule correspond, comme l'ont vu Heidenhain et



Différenciations apicales : transformations de la zone radiculaire. Interprétation de la morphologie de la cellule de revêtement de l'estomac. I. — Cellule ciliée (œsophage batracien). II. — Cellule à plateau strié (intestin batracien). III. — Cellule à plateau strié (intestin sélacien). IV. — Cellule à plateau strié. Ascaris megalocephala. V. — Ascaris canis. VI. — Ascaris holoptera. De VII à XIII, transitions entre la bordure ciliée de l'œsophage et de la cupule muqueuse de la cellule de revêtement de l'estomac. On voit que la cupule muqueuse provient de la transformation de la zone radiculaire R.

Deckhuyzen, à une bordure en brosse régressée; il est d'ailleurs facile de suivre les étapes de ce phénomène. La cupule elle-même correspond topographiquement à la zone radiculaire, on la voit nettement se développer progressivement à sa place au-dessous des corpuscules basaux et des bâtonnets, lorsqu'on étudie la zone de transition entre l'épithélium gastrique et l'épithélium cilié de l'œso-

phage (Batraciens). Comme les zones homogènes ou radiculaires de toute cellule la cupule gastrique ne présente aucun rapport ni avec le chondriome ni avec l'appareil de Golgi. Par là encore, le mucus qui constitue la cupule gastrique se sépare complètement des élaborations muqueuses des cellules glandulaires vraies (cellules caliciformes et cellules muqueuses des glandes gastriques) où il y a toujours union intime entre les grains muqueux, le chondriome et



Différences entre les cupules muqueuses des cellules de revêtement de l'estomac A et la sécrétion muqueuse des cellules caliciformes B et des cellules des glandes de l'estomac C. Dans le premier cas A, il y a indépendance absolue entre l'appareil de Golgi, le chondriome et la cupule muqueuse, dans le deuxième cas B et C il y a union intime entre le chondriome, l'appareil de Golgi et le mucus.

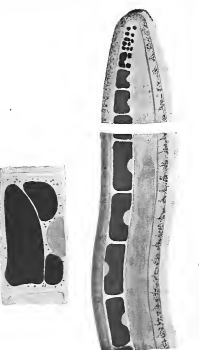
l'appareil de Golgi. La cupule muqueuse de la cellule de revêtement n'est pas un produit de sécrétion ordinaire, mais bien une différenciation apicale. L'absence de tout cycle sécrétoire qui, intriguait les auteurs et faisait croire à l'inactivité de ces cellules (Prenant), s'explique bien alors.

Comparaison entre les vacuoles des cellules végétales et certaines vacuoles des cellules animales

(C. R. Société Biologie 1925).

J'ai examiné les cellules chordoïdes des axes branchiaux d'Annélides tels que les Spirographes. Toute la partie centrale de la

cellule est occupée par une vacuole qui repousse le noyau sur une des faces latérales; de celles-ci partent des filaments ou lames protoplasmiques allant à la face opposée. Dans le cytoplasma, on voit facilement le chondriome, mais on ne peut constater son déplacement. Dans le contenu vacuolaire assez réfringent, on aperçoit quelquefois de petits granules animés d'un mouvement brownien. Si



Développement du système vacuolaire du tissu chordoïde. (Axe de houppe branchiale de Spirographis colorée par le rouge neutre). La cellule chordoïde a du fait de sa vacuole l'aspect d'une cellule végétale. On voit que la grande vacuole provient de la fusion de plusieurs petites.

l'on examine un filament depuis son extrémité jusqu'à sa base, on se rend compte que la grande vacuole dérive de la fusion de plusieurs petites vacuoles. D'après certaines de mes observations, il semblerait que la grande vacuole des cellules adultes puisse être remplacée par de nombreuses petites, quelquefois d'un aspect allongé. Ce système vacuolaire, comme celui des végétaux, se colore par le rouge neutre, de même celui des tentacules des hydroïdes, mais ce dernier se colore déjà plus difficilement. La chorde proprement dite des Vertébrés (Têtards de Batraciens), chez lesquels le développement des vacuoles est indépendant de l'évolution des enclaves vitellines, ne fixe pas le rouge neutre. Tous les systèmes vacuolaires ne se comportent donc pas de la même façon, vis-à-vis de ce réactif. Il en est d'ailleurs un peu de même lorsqu'on envisage tous les éléments d'un système donné, de ci de là il y a des vacuoles qui se colorent peu ou pas du tout.

Ces faits montrent combien les systèmes vacuolaires des tissus chordoïdes et des tissus végétaux sont comparables par leur structure, leur développement et leurs propriétés.

Rapports entre le glycogène et le protoplasma

(Thèse d'agrégation 1926).

Il est généralement admis que le glycogène imprègne le cytoplasma d'une manière diffuse. Chez les Nématodes en particulier, dans les cellules intestinales, le protoplasma proprement dit ne renferme pas de glycogène; tout celui-ci est contenu dans un paraplasma qui morphologiquement se rapproche des systèmes vacuolaires. Ce fait n'est pas isolé; il semble que les tissus chordoïdes rentrent dans le même cas. Par l'examen vital, j'ai constaté des faits analogues dans des cellules tumorales (Séminome), le glycogène, dont ces éléments sont très riches, se trouve réparti en quelques plages et n'est pas répandu par tout le cytoplasma comme les préparations à l'alcool (méthode de Best) pourraient le faire croire.

Cuticules et membranes basales

(Arch. de zool. expérim. et générale 1922. Thèse d'agrégation 1926).

Chez les Nématodes, j'ai observé que les cuticules continuent et remplacent des membranes ayant la valeur de membranes basales. Chez l'Ascaris holoptera, le revêtement cuticulaire interne de l'œsophage se soude avec la cuticule cutanée d'une part et d'autre part assure l'union de l'œsophage et de l'intestin proprement dit. Pour cela, il dépasse la musculature œsophagienne et après avoir formé une sorte de valvule annulaire, vient se continuer avec la lamelle basale qui, limite en dehors le tube intestinal. Chez l'Ascaris megalocephala, la paroi externe de l'œsophage se soude directement à la lamelle basale, la cuticule interne se réfléchissant en dehors vient s'y fixer elle aussi ou plutôt s'y continuer. Les enveloppes musculo-conjonctives absentes sont supplées au point de vue fonctionnel par les formations cuticulaires. Au point de vue morphologique, on voit la continuité de la cuticule avec des membranes ayant la valeur de basales. Ces faits montrent qu'il n'y a pas de distinction réelle entre des formations comme les cuticules et les basales et viennent à l'appui de cette conception plus générale encore : il n'y a pas de séparation vraiment possible entre membrane, cuticule et substances fondamentales.

Bâtonnets basaux

(C. R. Assoc. des Anatomistes 1924. Thèse d'agrégation 1926).

A la base des cellules intestinales des Ascarides, il existe de petits bâtonnets orientés parallèlement à l'axe de la cellule, qui sont contrairement à ce que l'on avait cru d'abord, indépendants des chondriocontes. Ils donnent avec intensité les réactions des lipides. On retrouve de semblables formations à la base ou à la périphérie d'autres cellules; elles paraissent être des différenciations cytoplasmiques périphériques. Dans d'autres cas cependant, les bâtonnets basaux des cellules intestinales des Chironomes par exemple,

qui se rapprochent assez de ceux des Ascarides, seraient vraisemblablement des chondriosomes.

Cristalloïdes nucléaires

(C. R. Soc. Biologie 1923).

Les inclusions intranucléaires sont comme on le sait plutôt exceptionnelles. A l'intérieur du noyau de l'épithélium intestinal d'un brachiopode Terebratulina caput-serpentis, j'ai observé la présence de cristalloïdes. Ce sont des baguettes rectilignes, sidérophiles, possédant des angles nets. Ces cristalloïdes se développent sous forme d'une fine aiguille dans l'intérieur du noyau, s'étendant d'un pôle à l'autre. Peu à peu ils s'épaississent et s'allongent en déformant le noyau progressivement. Finalement ils paraissent devenir libres dans l'épithélium et même en être expulsés. C'est un cas de plus à ajouter aux exemples relativement peu nombreux d'enclaves cristallines intranucléaires.

Développement de l'activité du pancréas fœtal

(Journal de Physiologie et de Pathologie générale, 1922).

Chez l'embryon, toute une série d'organes fonctionnent bien avant la naissance, en particulier les glandes endocrines. Le tractus digestif lui-même, les glandes qui y sont annexées, ne restent pas dans une inaction complète. Au niveau du pancréas les grains de sécrétion et les ferments apparaissent très tôt, on peut de plus constater avant la naissance des traces d'activité : accumulation limitée des grains de sécrétion, présence de suc pancréatique dans les canaux excréteurs. Chez les jeunes Marsupiaux (Didelphys); qui se nourrissent de lait maternel à des stades très précoces, où tout autre fœtus serait encore intra-utérin, le pancréas, dont l'activité ne peut être mise en doute, donne des images bien peu différentes.

Les variations de l'innervation en fonction du poids du corps

(C. R. Société Biologie, 1923).

Ces recherches ont été faites dans le but de connaître les variations de l'innervation en fonction du poids du corps. On voulait aavoir ce que devenait le nombre des neurones périphériques en passant d'un animal de petite taille à un autre de taille plus élevée. Ces recherches ont été poursuivies sur la souris, le rat (nerf sciatique) et le chien (7ᵉ nerf dorsal).

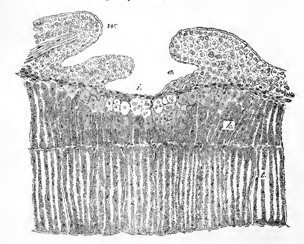
Elles ont montré que le nombre de ces neurones était relativement plus petit chez les animaux de grande taille et que cette diminution relative portait surtout sur les fibres ou neurones sensitifs. L'innervation surtout sensitive serait donc moins développée chez les grands animaux que chez les petits.

Cicatrisation épithéliale et musculaire

(Archives d'anatomie microscopique 1921).

J'ai étudié les phénomènes de cicatrisation chez les oligochètes et les lamproies. Il s'agissait chez les premiers de plaies expérimentales. Rétrécies par la contraction de la musculature, ces plaies étaient obturées en une demi-heure environ par un caillot, constitué par des amibocytes (leucocytes hyalins surtout), tassés les uns contre les autres et ayant pris par suite une forme polyédrique. Quelques heures plus tard les éléments, qui forment le caillot, se sont allongés parallèlement à la surface tégumentaire et sont devenus fusiformes. Vingt-quatre heures après la blessure, le tissu qu'ils constituent devient nettement fibrillaire, ceci est dû à l'existence de nombreuses fibrilles qui ne paraissent ni se diviser, ni s'anastomoser; elles rappellent la fibrologie. Coïncidant avec leur apparition, le tissu prend un aspect syncytial, ce qui semble conforme aux lois de l'histogénèse. « La fibrillogénèse a pour prix la perte de l'individualité cellulaire. »

L'épithélialisation se fait du premier au deuxième jour environ. Au bord de la plaie, on voit bientôt des cellules qui se détachent de l'épithélium normal et se déplacent sur le tissu cicatriciel. Elles n'ont plus l'aspect strié dû à leurs tonofibrilles, elles se présentent comme des cellules aplaties et assez colorées. Le plus souvent elles sont allongées parallèlement à la surface cicatricielle.



Plaie en voie de cicatrisation chez la lamproie. T, K, I, lésions d'involution de la musculature, formation de sarcolytes I, épithélium cicatriciel E.

Quand elles sont un peu serrées les unes contre les autres, leurs faces en contact sont planes, elles reprennent l'aspect épithélial, mais elles sont toujours basses à la façon d'un épithélium cubique. Elles peuvent se détacher et devenir entièrement libres; elles sont alors sphériques. Toutes ces variations de forme montrent bien que la cellule épithéliale doit en partie sa morphologie spéciale à ses relations, qu'elle la perd avec celles-ci et la reprend de même. La migra-

tion épithéliale ne s'effectue pas nécessairement en masse comme le pensait Oppel, on peut voir des éléments se déplacer indépendamment. Le deuxième jour après l'opération, l'épithélium recouvre la plaie, il est encore bas, sa cuticule est mince. Le cinquième jour, il atteint sa hauteur définitive. Il ne diffère de l'épiderme normal que parce qu'il est dépourvu de cellules basales et glandulaires, dont les deux formes séreuses et muqueuses décrites ne seraient d'après mes observations que les stades fonctionnels d'une même espèce cellulaire. La réparation épithéliale semble n'intéresser que l'épithélium avoisinant la plaie, seule une région dont l'étendue correspond environ au rayon de la plaie y prend part, comme le montre la localisation à cette zone des phénomènes de dédifférenciation. La multiplication suit la réparation avec un certain retard. elle se fait par mitose.

Chez la lamproie, j'ai observé l'évolution de plaies dues à la rupture de kystes sous-cutanés à Myxosporidies. Au voisinage de la lésion, qui consiste essentiellement en une rupture du derme et de l'épiderme, le muscle présente une involution consistant en un clivage longitudinal des éléments musculaires puis en une décomposition en sarcolytes s'accompagnant d'une disparition progressive de la fibrillation. Ces phénomènes rappellent dans ses débuts, les stades de transformation du muscle lamellaire en fibre musculaire (clivage de la lame musculaire en éléments cylindroïdes parallèles) et dans son évolution totale, la dégénérescence musculaire de l'homme et des mammifères supérieurs. C'est aux dépens de ces sarcolytes que plus tard s'effectue la régénération de la musculature.

L'épithélialisation de la plaie se fait par glissement en masse de l'épithélium voisin. Les cellules différenciées glandulaires ou autres disparaissent de l'épithélium cicatriciel. Les cellules, qui constituent ce dernier, présentent souvent deux ou même trois noyaux, il ne s'agit point de multiplication amitotique, mais d'une sorte d'hypertrophie nucléaire. La multiplication cellulaire se fait en réalité par mitose à n'importe quel moment de l'évolution de la

plaie, elle peut se produire, comme dans toute grande perte de substance, avant le début de l'épithélialisation à l'inverse de ce que l'on voit dans de petites lésions où elle lui est toujours consécutive.

Observations sur les lipophages ou cellules lipoïdes de Ciaccio

(Bulletin de l'Association française pour l'étude du cancer).

Dans ces recherches sur la cellule lipoïde de Ciaccio ou lipophage, j'ai montré les caractères structuraux de cet élément et les moyens de le reconnaître en particulier des cellules surrénaliennes et des cellules de l'hypernéphrome, confusion à laquelle on doit peut-être une série d'observations d'inclusions de surrénales dans le rein ou d'adénomes lipoïdes. J'ai montré, que les lipides que cette cellule renfermait, pouvaient se présenter sous l'aspect de formes myéliniques, c'est-à-dire de liquides biréfringents et que leur coloration était en partie due au carotène. J'ai signalé que parmi les origines multiples du lipophage il fallait, à côté de l'histiocyte et même des éléments épithéliaux, réserver une place aux lymphocytes.

PRINCIPAUX RÉSULTATS DE MES RECHERCHES

Constitution protidique des chondriosomes mise en évidence par les méthodes microchimiques. Démonstration de la généralité de cette constitution.

Mise en évidence des rapports du glutathion et du protoplasma. Localisation du glutathion d'une façon générale sur le chondriome. Pas de variations parallèles entre les deux.

Explication de la morphologie des chondriosomes par leur structure physique : groupement régulier de leurs molécules. Analogie imparfaite avec les formes myéliniques. Constitution comparable à la structure semi-cristalline des gels fibrillaires.

Disposition lamellaire des molécules dans les parasomes : interprétation de leur forme feuilletée.

Explication de la thermolabilité des chondriosomes par modification de la colorabilité générale et par lipophanérose.

Coloration des lipides, en particulier des lipides mitochondriaux par la chlorophylle et le carotène.

Différenciation des chondriosomes et des bactéries par la méthode de Ciaccio.

Importance capitale du glutathion dans la formation des substances cornées.

Démonstration du rôle de substance matricielle jouée par le glutathion vis-à-vis des groupements sulfurés de la kératine. (Kératinisation directe et indirecte, c'est-à-dire sans et avec kératohyaline.)

Rapports entre la polarité morphologique et fonctionnelle. La polarité fonctionnelle d'une cellule ne peut être définie morphologiquement en particulier par la position de l'appareil de Golgi.

Mise en évidence de la grande variété des différenciations apicales des cellules épithéliales, explication de la morphologie des cellules du revêtement gastrique.

Identité du système vacuolaire chez les Animaux (tissus chordoïdes) et chez les plantes (développement, morphologie, réactions).

Séparation fréquente du protoplasme et du glycogène, formation par ce dernier d'un paraplasma.

Continuité et équivalence des cuticules et de certaines membranes basales.

Individualisation et interprétation des bâtonnets basaux.

Cristalloïdes intranucléaires.

Unité des formes cellulaires muqueuses et séreuses des Annélides.

Variation de l'innervation en fonction de la taille. L'innervation surtout sensitive n'augmente pas proportionnellement à la taille, on constate une diminution relative.

Morphologie, origine des cellules lipoïdes de Ciaccio ou lipophages, constitution physique de leurs enclaves lipidiques, pigmentation de ces dernières par le carotène.

Sarcolyse des muscles lamelleux.

Modalités et limites de la migration épithéliale lors de la cicatrisation.

